

低碳防水混凝土在水利工程施工中的应用

王福彪 张莉帆

菏泽市水务集团有限公司 山东 菏泽 274000

摘要：低碳防水混凝土在水利工程建设中地位关键。其凭借出色防水性能与低碳特性，于大坝、渠道衬砌、水工隧洞及水闸等工程广泛应用。在施工时，通过优化配合比设计、改进施工工艺、强化质量控制及加强养护管理等策略，可充分发挥其性能优势，提升水利工程耐久性与稳定性，有效降低工程全生命周期碳排放，助力水利行业绿色可持续发展。

关键词：低碳防水混凝土；水利工程施工；应用

引言

水利工程作为国家基础设施建设重要领域，对经济社会发展影响深远。在当下绿色发展理念盛行的背景下，低碳环保材料在水利工程中的应用备受关注。本文聚焦低碳防水混凝土，深入剖析其在水利工程中的重要性，详细阐述其于大坝、渠道衬砌等多类工程的具体应用，并进一步探究在施工过程中的有效应用策略，旨在为水利工程建设提供创新思路与实践指导。

1 低碳防水混凝土在水利工程中的重要性

低碳防水混凝土在水利工程中具有至关重要的意义。水利工程作为基础设施建设的关键部分，承担着防洪、灌溉、供水等重要功能，其质量和耐久性直接关系到工程效益和安全。低碳防水混凝土的应用，为水利工程的高质量发展提供了有力支撑。在水利工程里，地下水和水压对结构物的侵蚀和渗透是常见且危害较大的问题。传统混凝土虽有一定强度，但在防水性能和耐久性上存在不足，长期受水侵蚀易出现裂缝、渗漏等情况，影响工程安全和正常运行。低碳防水混凝土通过调整骨料级配、掺入外加剂和降低碳排放量的掺合料等，有效调整混凝土内部孔隙率，堵塞内部毛细管通路，大大降低水分渗透可能性，显著提升防水性能。低碳防水混凝土的优势不仅体现在防水性能上，还具有良好的环保效益。它采用工业废渣、矿渣等可再生资源代替部分水泥，在保证混凝土强度和耐久性的前提下，大幅降低碳排放量，符合绿色、环保、低碳的发展理念。其添加的高性能外加剂改善了混凝土工作性，提高了施工效率，通过优化配合比和加强养护，还能获得较高强度和优异耐久性，延长水利工程使用寿命，减少后期维修和重建成本。低碳防水混凝土的应用推动了水利工程的创新发展，它为创建有当地特色的水景观提供了技术支持，使水利工程能够因地制宜，根据当地气候条件、地形特点

及水资源分布，创新循环式水景观建设模式，避免资源浪费和污染，促进水利工程的可持续发展。在水利工程领域，低碳防水混凝土的重要性不言而喻，是推动水利工程高质量、绿色发展的关键材料。

2 低碳防水混凝土在水利工程中的具体应用

2.1 大坝工程

（1）在大坝工程建设中，低碳防水混凝土展现出了独特的优势。其良好的抗渗性能能够有效抵御水的渗透，减少大坝内部因渗水导致的结构损伤风险。例如，在一些大型重力坝建设中，通过合理设计混凝土配合比，采用优质的矿物掺合料替代部分水泥，降低了水泥用量，从而减少了碳排放。混凝土的防水性能确保了大坝在长期高压水作用下，内部结构的稳定性，防止因渗水引发的混凝土侵蚀、钢筋锈蚀等问题。（2）低碳防水混凝土的施工工艺对于大坝质量至关重要。在搅拌过程中，需严格控制原材料的计量精度，保证矿物掺合料与水泥等材料的均匀混合。浇筑时，要采用合适的振捣方式，确保混凝土的密实度，避免出现蜂窝、麻面等缺陷，以增强混凝土的防水效果。在大坝不同部位，根据受力和防水要求的差异，会调整混凝土的强度等级和抗渗等级，使低碳防水混凝土在满足工程性能需求的同时，实现节能减排的目标。（3）从实际应用效果来看，采用低碳防水混凝土建造的大坝，运行多年后，经检测其渗漏量远低于设计允许值，有效保障了大坝的安全运行。由于减少了水泥用量，降低了混凝土内部的水化热温升，减少了大坝裂缝产生的可能性，提高了大坝的耐久性，为水利工程的长期稳定运行奠定了坚实基础^[1]。

2.2 渠道衬砌工程

（1）渠道衬砌工程中，低碳防水混凝土主要用于防止渠道内水的渗漏，提高水资源的利用效率。其防水性能可有效阻止水渗入渠道周边土壤，避免因渗漏导致的

土壤盐碱化和渠道基础的不稳定。在一些大型灌溉渠道建设中,选用低碳防水混凝土进行衬砌,通过优化混凝土配合比,利用工业废渣等作为掺合料,在保证防水性能的同时,降低了生产成本和环境影响。(2)施工过程中,对于渠道衬砌的低碳防水混凝土,要注重模板的安装精度,确保衬砌表面的平整度,这有助于提高混凝土的防水效果。在混凝土浇筑后,及时进行养护工作,保持混凝土表面湿润,促进水泥水化反应的充分进行,增强混凝土的强度和防水性能。在渠道的弯道、边坡等特殊部位,还需根据实际情况对混凝土的施工工艺进行调整,如适当增加配筋,提高混凝土的抗裂性能。(3)采用低碳防水混凝土衬砌的渠道,渗漏损失明显减少,提高了灌溉水的输送效率,保障了农田灌溉用水的稳定供应。由于混凝土中掺合料的合理使用,使得混凝土的耐久性得到提升,减少了渠道后期维护的工作量和成本,对于保障水利灌溉系统的长期稳定运行具有重要意义。

2.3 水工隧洞工程

(1)在水工隧洞工程里,低碳防水混凝土的应用十分关键。隧洞内部长期处于潮湿环境,且承受着较大的水压,低碳防水混凝土的高抗渗性可有效防止地下水渗入隧洞,避免隧洞内部结构因水侵蚀而损坏。例如,在一些引水隧洞建设中,通过在混凝土中添加适量的矿物外加剂,优化配合比,提高了混凝土的防水性能和抗压强度,同时降低了水泥用量,实现了低碳环保的目标。(2)水工隧洞施工时,低碳防水混凝土的浇筑难度较大。需采用特殊的浇筑工艺,如泵送混凝土技术,确保混凝土能够均匀、密实填充隧洞空间。在衬砌过程中,要严格控制混凝土的浇筑速度和振捣质量,防止出现冷缝和空洞等缺陷,影响防水效果。此外,针对隧洞不同部位的受力特点,合理设计混凝土的强度等级和配筋,保证隧洞结构的安全性和防水可靠性。(3)实际运行的水工隧洞在应用了低碳防水混凝土这一创新材料后,取得了显著成效。这种混凝土凭借其出色的防水性能,有效减少了隧洞内部的渗漏现象,确保了水流能够顺畅、稳定地通过隧洞,充分保证了隧洞的正常输水功能。由于混凝土耐久性的提高,降低了隧洞的维护成本和维修频率,延长了隧洞的使用寿命,为水利工程的高效运行提供了有力支持^[2]。

2.4 水闸工程

(1)水闸工程作为调节水位、控制水流的关键设施,对混凝土的防水性能要求极高。低碳防水混凝土在此类工程中发挥着重要作用。其良好的防水性能可防止水闸闸室、上下游连接段等部位因渗水而发生结构破

坏。在水闸建设中,通过合理选择水泥品种、掺合料及外加剂,优化混凝土配合比,既能满足防水要求,又能降低混凝土的碳排放。(2)施工方面,对于水闸的低碳防水混凝土,基础浇筑时要确保地基的处理质量,为混凝土提供坚实的基础支撑。在闸墩、闸底板等部位的混凝土浇筑过程中,要控制好浇筑温度,避免因温度应力导致混凝土开裂影响防水性能。加强混凝土的振捣和养护工作,提高混凝土的密实度和强度,增强其防水抗渗能力。(3)从应用效果来看,使用低碳防水混凝土建造的水闸,在长期运行过程中,能够有效抵御水流的冲刷和渗透,保持结构的完整性和稳定性。水闸的渗漏量控制在较低水平,保证了水闸的正常运行和调控水流的功能,同时减少了因渗漏可能引发的地基沉降等问题,保障了水利工程的安全与稳定。

3 低碳防水混凝土在水利工程施工中的应用策略

3.1 优化配合比设计

在水利工程中运用低碳防水混凝土,优化配合比设计至关重要。需精准选择水泥品种,优先采用水化热低、需水量小且抗渗性良好的水泥,这有助于降低混凝土内部因水化热产生的温度应力,减少裂缝出现的几率,从而提升混凝土的防水性能。例如低热硅酸盐水泥,其独特的矿物组成使其在水化过程中释放热量较为缓慢且总量较低,能有效改善混凝土内部温度场分布。合理确定水泥用量也不容忽视,在满足混凝土强度与耐久性要求的基础上,适当减少水泥用量,可降低混凝土的水化热,减少碳排放,实现低碳目标。掺合料的科学选用与掺量确定也是配合比优化的关键环节。像粉煤灰、矿渣粉等优质掺合料,不仅能部分替代水泥,降低生产成本,还能改善混凝土的和易性、密实度与抗渗性。粉煤灰中的活性成分可与水泥水化产物发生二次反应,填充混凝土内部孔隙,细化孔径分布,增强混凝土结构的致密性。矿渣粉的掺入则能提高混凝土的后期强度,改善其耐久性。高效减水剂的使用可显著降低混凝土的用水量,在保证混凝土工作性能的同时,提高其强度与抗渗性,进一步优化配合比设计,为水利工程提供性能优良的低碳防水混凝土。

3.2 改进施工工艺

先进合理的施工工艺是确保低碳防水混凝土在水利工程中良好应用的重要保障。在混凝土搅拌环节,需严格把控搅拌时间与速度,让各原材料充分均匀混合。适宜搅拌时间可使水泥颗粒充分分散,利于水化反应,保证混凝土质量稳定。搅拌速度过快易致混凝土离析,过慢则混合不均,要依搅拌机类型与混凝土配合比精准设

定参数。运输时,要采取措施防止混凝土离析、漏浆及坍落度损失过大。可选用密封性好的搅拌运输车,合理规划路线,缩短运输时间,减少途中停留。对运输车辆做保温或隔热处理,避免环境温度影响混凝土性能,到现场后及时卸料。浇筑时,要控制好浇筑速度与高度,防止出现冷缝。分层浇筑能使混凝土振捣更密实,每层浇筑厚度需根据振捣设备性能确定。振捣过程中,采用合适设备与方法,确保混凝土密实,排除内部气泡,提高密实度与防水性能。振捣不足或过度均会影响混凝土质量。在施工缝与变形缝处理上,要严格依照设计要求设置止水带、止水钢板等止水构造,保障接缝处防水质量^[3]。

3.3 强化质量控制

质量控制贯穿于低碳防水混凝土在水利工程施工的全过程。原材料质量把控是首要环节,对水泥、骨料、掺合料、外加剂等原材料要进行严格的质量检测,确保其各项性能指标符合设计与规范要求。每一批次的原材料都要有完整的质量证明文件,并按规定进行抽样检验。例如,水泥的强度、凝结时间、安定性等指标必须满足标准,骨料的粒径、含泥量、泥块含量等要符合要求,否则会影响混凝土的性能。在混凝土生产过程中,要对配合比执行情况进行实时监控。定期检查原材料的计量准确性,确保各种材料按设计配合比准确投放。计量偏差过大将导致混凝土性能不稳定,影响工程质量。要对混凝土的坍落度、和易性等工作性能进行现场检测,及时调整配合比或采取相应措施,保证混凝土的施工性能满足要求。施工过程中的质量检测同样关键。对浇筑后的混凝土要及时进行外观质量检查,查看是否存在蜂窝、麻面、孔洞、裂缝等缺陷。对于大体积混凝土,还需监测其内部温度变化,防止因温度应力产生裂缝。可在混凝土内部预埋测温元件,实时掌握温度数据,当温度差值超过允许范围时,及时采取降温或保温措施。按规定留置混凝土试块,进行抗压强度、抗渗性能等试验,以验证混凝土是否达到设计要求,只有各项质量检测合格的混凝土才能用于水利工程建设。

3.4 加强养护管理

养护管理对低碳防水混凝土在水利工程中的性能发挥至关重要。混凝土浇筑完成后,应及时养护,保持表面湿润,防止水分过快蒸发。早期养护尤为关键,一般在混凝土终凝后即开始洒水养护,养护时间依据水泥品种、混凝土配合比及工程环境等因素确定,通常不少于14天,有抗渗要求的需适当延长。养护方法多样,洒水养护最常用,通过定期洒水保持混凝土湿润,使水泥充分水化,提高强度与抗渗性。覆盖保湿养护是在混凝土表面覆盖草帘、麻袋、塑料薄膜等保湿材料,减少水分蒸发,提供良好养护环境。喷涂养护剂养护适用于不易洒水或覆盖养护的部位,养护剂在混凝土表面形成保护膜,阻止水分散失。养护过程中,要注意环境温度与湿度变化。环境温度较低时,需采取保温措施,如冬季施工可采用暖棚法、蓄热法等,防止混凝土受冻影响性能。环境湿度较低时,要增加洒水次数或采取其他保湿措施,保证混凝土表面始终湿润,促进水泥水化反应持续进行,提升低碳防水混凝土在水利工程中的耐久性与防水性能^[4]。

结语

综上所述,低碳防水混凝土在水利工程中展现出卓越应用价值。其在提升工程防水、耐久性的同时,契合低碳发展趋势。通过优化配合比等一系列施工策略,能进一步挖掘其性能潜力。未来,随着技术持续进步,低碳防水混凝土有望在水利工程中更广泛应用,推动水利工程建设朝着绿色、高效、可持续方向大步迈进,为水资源合理利用与保护筑牢坚实基础。

参考文献

- [1]修长贤.低碳防水混凝土在水利工程施工中的应用[J].精品,2022(19):90-92.
- [2]杨德生,赵素云.高性能混凝土在水利工程施工中的应用研究[J].工程技术研究,2024,9(20):117-119.
- [3]朱晓婷.高强度混凝土在水利工程施工中的应用[J].建筑工程技术与设计,2023,11(24):160-162.
- [4]江东伟.混凝土浇筑技术在水利工程施工中的应用分析[J].工程技术研究,2024,9(19):79-81.